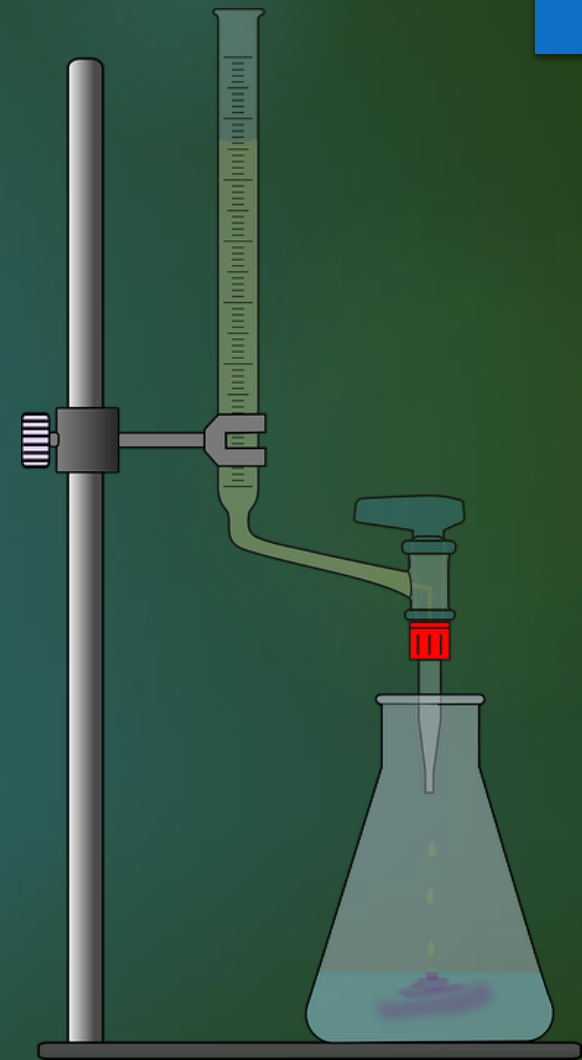


# Titrácia

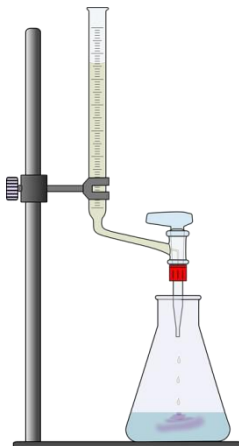
MGR. LUCIA BREZNIAKOVÁ

GVPT MARTIN



# Titracia

- ▶ Kvantitatívna analytická metóda
- ▶ **Stanovenie koncentrácie látky, na základe zisteného objemu skúmadla potrebného na úplné zreagovanie stanovovanej zložky v analyzovanom roztoku**
- ▶ Pridávanie odmerného roztoku ( roztok so známou koncentráciou) do roztoku stanovovanej látky so známym roztokom, no bez známej koncentrácie



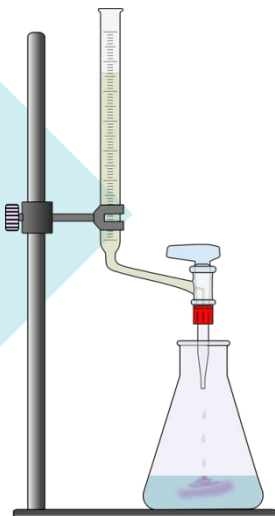
# Typy titrácie

## priama

- Stanovovanou látkou je priamo látka reagujúca s odmerným roztokom

## spätná

- Stanovovanej látky, ktorá ostala v nadbytku ako nezreagovaná počas priebehu chemickej reakcie



# Typy titrácie

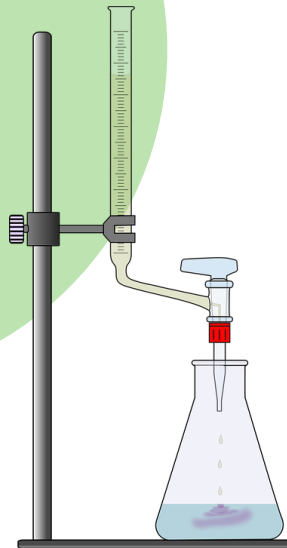
zrážacie

komplexotvorné

redoxné

acidobázické

Podľa typu reakcie medzi skúmadlom a stanovovanou  
látkou



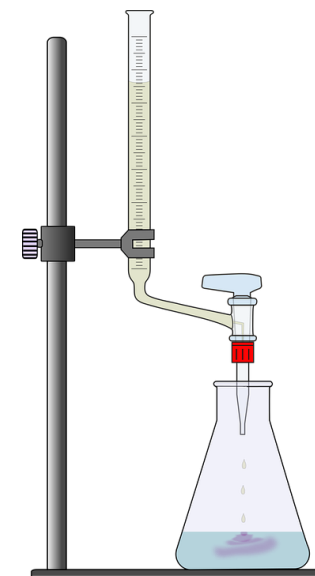
# Redoxné titrácie

## oxidimetria

- Odmerný roztok má oxidačné účinky
- **Jodometria** ( vit. C),  
**Manganometria** ( k.štavelová,  $Fe^{2+}$ )

## reduktometria

- Odmerný roztok redukuje stanovovanú látku
- **Titanometria**( org. látky,  $Fe^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ..)



# Iné titrácie

## Zrážacie

- ▶ Poskytujú málo rozpustnú zrazeninu
- ▶ **Argentometria (titrant  $\text{AgNO}_3$ )**

## Komplexotvorné

- ▶ Vzniká komplex- chelát
- ▶ **Chelatometria ( titrant EDTA),  
Merkurimeria ( titrant  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ )**

# Acidobázická ( neutralizačná) titrácia

**Podstata:** reakcia oxóniových katiónov s hydroxidovými aniónmi za vzniku takmer nedisociovaných molekúl vody



# Typy acidobázickej titrácie

## alkalimetria

- Titrujeme hydroxidom
- Stanovujeme kyselinu
- Stanovenie kyseliny octovej v octe,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$

## acidimetria

- Titrujeme kyselinou
- Stanovujeme zásaditú látku
- Stanovenie  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , prechodnej tvrdosti vody

# Potrebné údaje

Koncentrácia odmerného roztoku

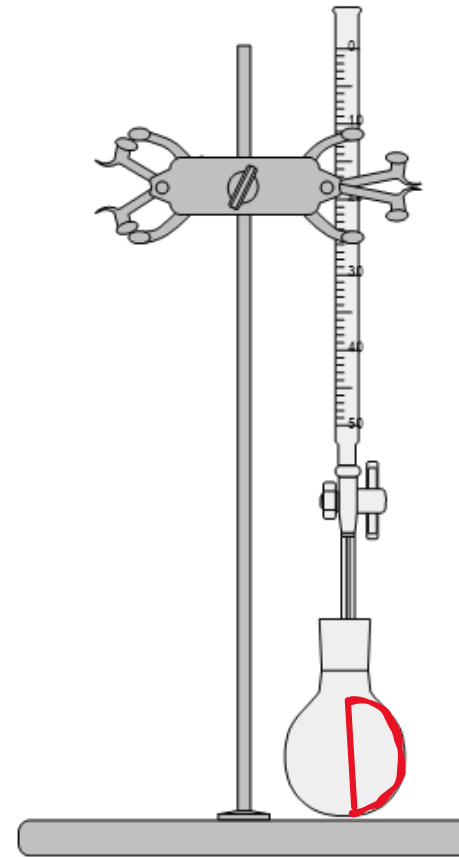
Objem odmerného roztoku zistený pri titrácii

Chemická rovnica

# Titrand ( stanovovaná látka)

- ▶ Látka, ktorej množstvo/koncentráciu chceme stanoviť vo vzorke

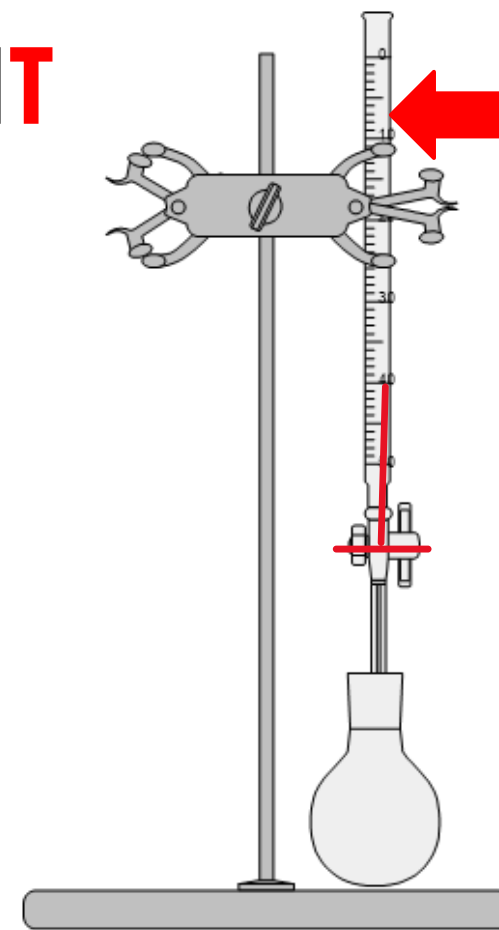
**TITRAND**



# Odmerný roztok ( titračné činidlo, skúmadlo, titrant)

- ▶ roztok, ktorým stanovujeme látku
- ▶ pridávaný z byrety
- ▶ silná zásada alebo silná kyselina  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HClO}_4$  (slabé sa nepoužívajú- neúplná titrácia, správnosť titrácie a indikácia bodu ekvivalencie s chybami)
- ▶ so známou koncentráciou ( vplyvom prchavosti, pohlcovania plynov sa mení)- štandardizujú sa základnými látkami

**TITRANT**



# Štandardizácia odmerného roztoku

- ▶ Presné určenie skutočnej koncentrácie titrantu
- ▶ Pomocou primárneho štandardu ( základnej látky)



# Primárny štandard ( základná látka)

- ▶ Vysoko čistá a stabilná látka so známym zložením a  $M_r$ , z ktorej možno pripraviť roztok o presne známej koncentrácii na štandardizáciu titrantu

## Vlastnosti

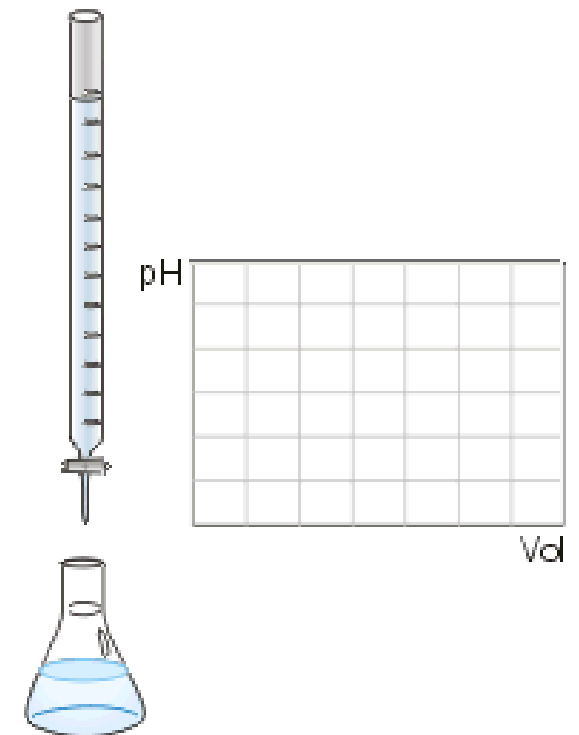
- ▶ Vysoká čistota
- ▶ Stálosť na vzduchu ( bez hygroskopickosti)
- ▶ Definované zloženie ( bez hydrátovej variabilnosti)
- ▶ Vysoká  $M_r$
- ▶ Neškodnosť a dostupnosť

## Príklady

- $H_3BO_3$
- KHP- hydrogénftalan draselný
- Bezvodý  $Na_2CO_3$  ( kyseliny)
- $(COOH)_2$  pre zásady

# Bod ekvivalencie ( $B_E$ , pT)

- ▶ **Teoretický koncový bod titrácie** (*stechiometrický bod*)
- ▶ **Bod, kedy látkové množstvo titrantu je stechiometricky ekvivalentné látkovému množstvu titrandu**
- ▶ Koniec reakcie medzi titrantom a titrandom



# Spôsoby zistenia bodu ekvivalencie

## Vizuálne

- Zmena sfarbenie indikátora
- Vznik zákalu, zrazeniny

## Meraním fyzikálnej veličiny

- **Potenciometria**-potenciál roztoku
- **Konduktometria**-vodivosť roztoku
- **Fotometrická titrácia**-absorbancia roztoku

# Koncový bod titrácie

- ▶ **Bod, kedy zreaguje prvé prebytočné množstvo titrantu s indikátorom**
- ▶ Stav, kedy dochádza k farebnej zmene indikátora
- ▶ Môže byť totožné alebo sa líšiť s bodom ekvivalencie



# Indikátory

- ▶ *Lat. indicator- ukazovateľ*
- ▶ **Látka indukujúca bod ekvivalencie zmenou sfarbenia**
- ▶ dochádza k zmene štruktúry indikátora



# Acidobázické indikátory

- ▶ slabé organické kyseliny a zásady
- ▶ **Látky, ktoré menia farbu v závislosti od koncentrácie  $\text{H}_3\text{O}^+$  iónov v roztoku**

Zmena pH

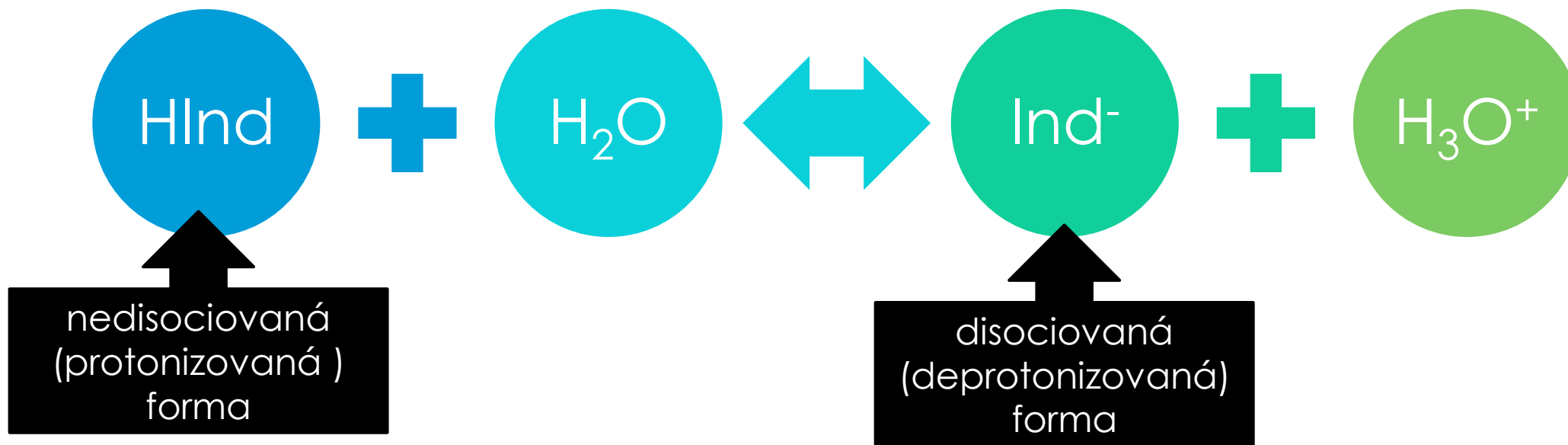


Zmena štruktúry



Zmena  
sfarbenia

# Acidobázické indikátory

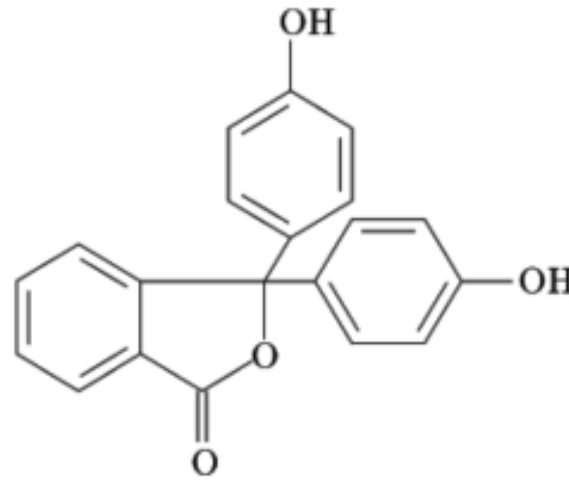


# Fenoftaleín



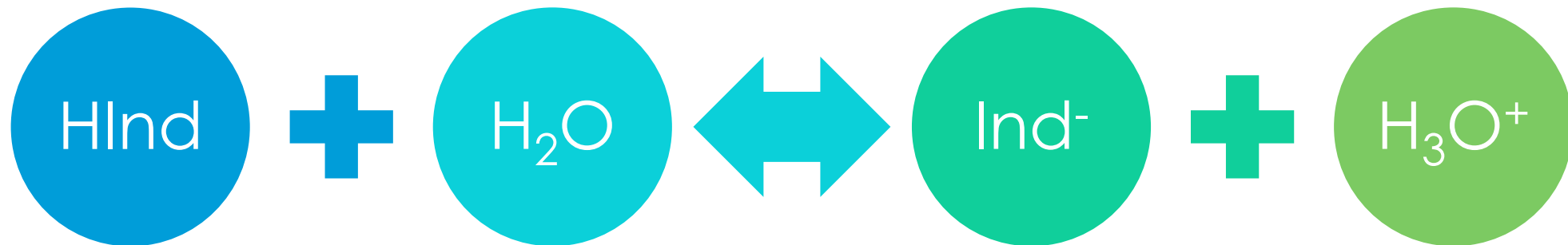
## Nedisociovaná forma

- ▶ Bezfarebný
- ▶  $\text{pH} < 8,3$



## Disociovaná forma

- ▶ Ružovofialový
- ▶  $8,3 < \text{pH} < 10$

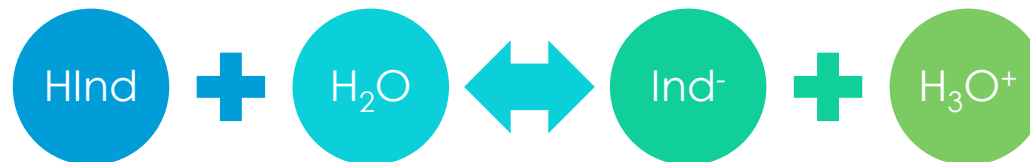
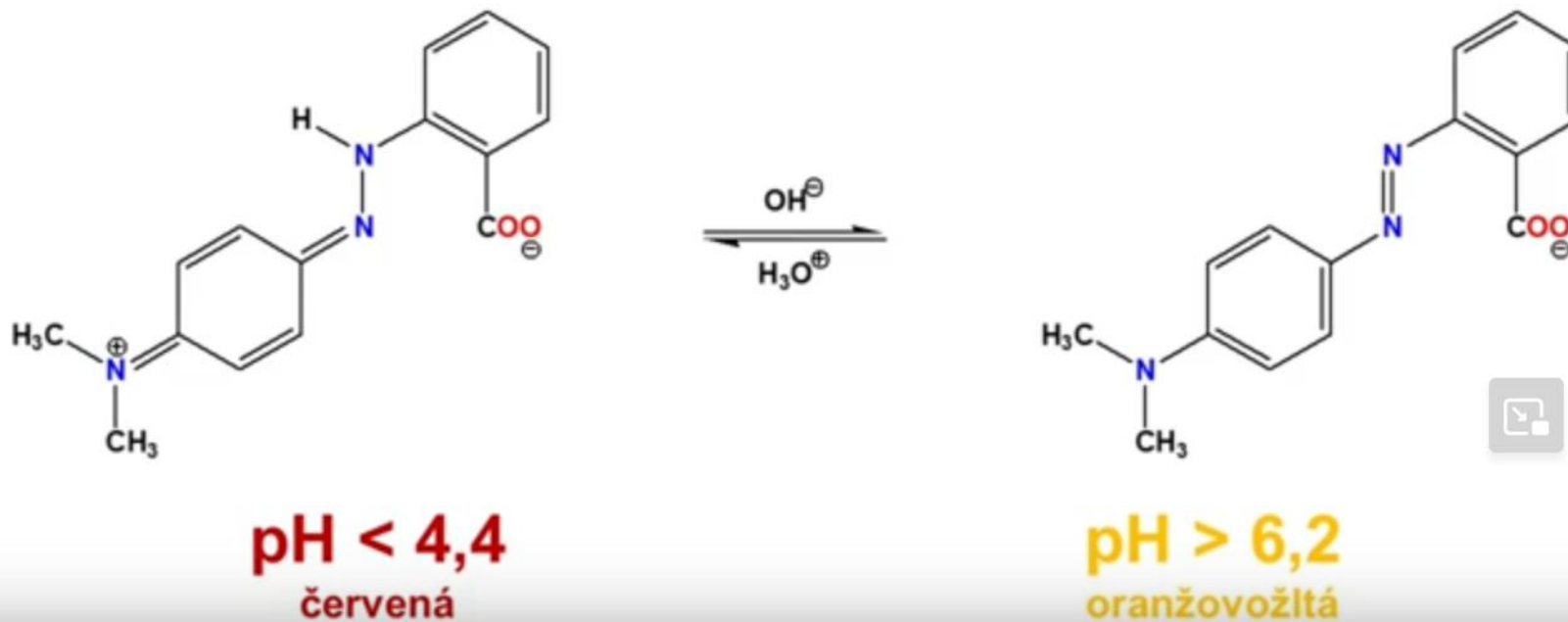


# Acidobázické indikátory

- ▶ Reagujú **s prvým nadbytočným množstvom skúmadla**
- ▶ **Menia** výrazne **vzhľad približne v bode ekvivalencie**
- ▶ Pridávanie v čo najmenších množstvách ( aby neskreslili spotrebu skúmadla)
- ▶ Nepresné určenie bodu ekvivalencie ( subjektívne zachytenie farebnej zmeny)
- ▶ Vratné ( pridaním  $H^+/OH^-$  sa farba vráti)

# Metyloranž

## Metyloranž



# Funkčná oblasť indikátora

- ▶ **oblasť farebného prechodu indikátora**
- ▶ rozpätie pH, kedy dochádza k zmene farby vnímanej okom
- ▶ ovplyvnená teplotou roztoku, soľami, rozpúšťadlami ( okrem vody)
- ▶ farebná zmena poznateľná ak:
  1. premena množstva indikátora 10%- 90% ( začiatok a koniec vnímania zmeny farby indikátora)
  2. 10x prebytok disociovej formy nad nedisociovanou a naopak

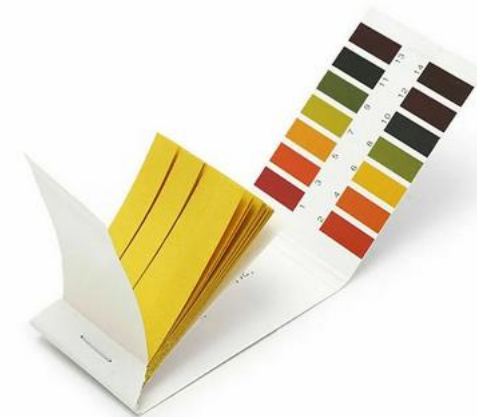
Typ indikátora	Farba kyslej formy	Farba zásaditej formy	Funkčná oblasť (pH) pri 20°C
<b>metylvá žltá</b>	červená	žltá	2,9-4,0
<b>bromfenolová modrá</b>	žltá	modrá	3-4,6
<b>metyloranž</b>	červená	žltá	3,1-4,4
<b>kongočerveň</b>	modrofialové	červené	3-5,5
<b>brómrezolová zelená</b>	žltá	modrá	3,8-5,4
<b>metylčerveň</b>	červená	žltá	4,4-6,2
<b>lakmus</b>	červené	modré	5-8
<b>brómtymolová modrá</b>	žltá	modrá	6-7,6
<b>neutrálna červená</b>	červené	žltohnedá	6,8-8
<b>fenoftaleín</b>	bezfarebná	červená	8,2-10
<b>tymoftaleín</b>	bezfarebná	modrá	9,3-10,5

# Zmiešané indikátory

- ▶ Zmes indikátorov s približne rovnakou funkčnou oblasťou zvolené tak, aby výsledná farebná zmena bola výraznejšia

## Univerzálny indikátor

- ▶ typ zmiešaného indikátora zložený s indikátorov s nadväzujúcimi funkčnými oblasťami ( *plynulá zmena farby 0 -14* )
- ▶ Iba približné určovanie pH( *nepoužívajú sa pri titráciách* )

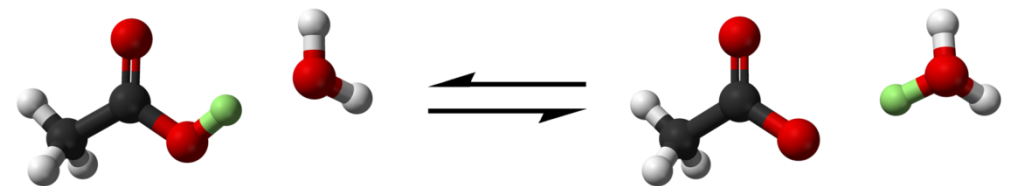


# Tienený indikátor

- ▶ Indikátor obsahujúci látku, ktorá má doplnkové sfarbenie k farbe pôvodného indikátora
- ▶ *Napr. k metylčerveni sa pridá metylénová modrá*

# Tlmivé roztoky (pufre)

- ▶ **Roztoky udržiavajúce pH roztokov v určitom rozpätí aj po pridaní kyselín a zásad**
- ▶ Vodné roztoky zložené zo zmesi slabej kyseliny/zásady a jej soli so silnou zásadou/kyselinou
- ▶ **Pufrovacia kapacita krvi-**  $\text{HCO}_3^-$  a  $\text{H}_2\text{CO}_3$  v plazme na reguláciu pH krvi 7,35-7,45 ( mimo hodnôt alkalóza, acidóza= smrť)
- ▶ Napr. kalibrácia pH metrov, fermentácia, farbenie, biologické vzorky, chemická analýza



# Výber vhodného indikátora

- ▶ **bode ekvivalencie titrácie vo funkčnej oblasti indikátora**
- ▶ ak kritériám vyhovuje viac indikátorov vyberáme s najužšou funkčnou oblasťou
- ▶ Najvhodnejšie indikátory s farebnou zmenou v modrej oblasti spektra( *najmenej v žltej*)
- ▶ Závisí od koncentrácie titračného činidla



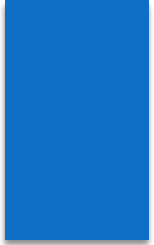
3kvapky/1 ml

# Výber indikátora

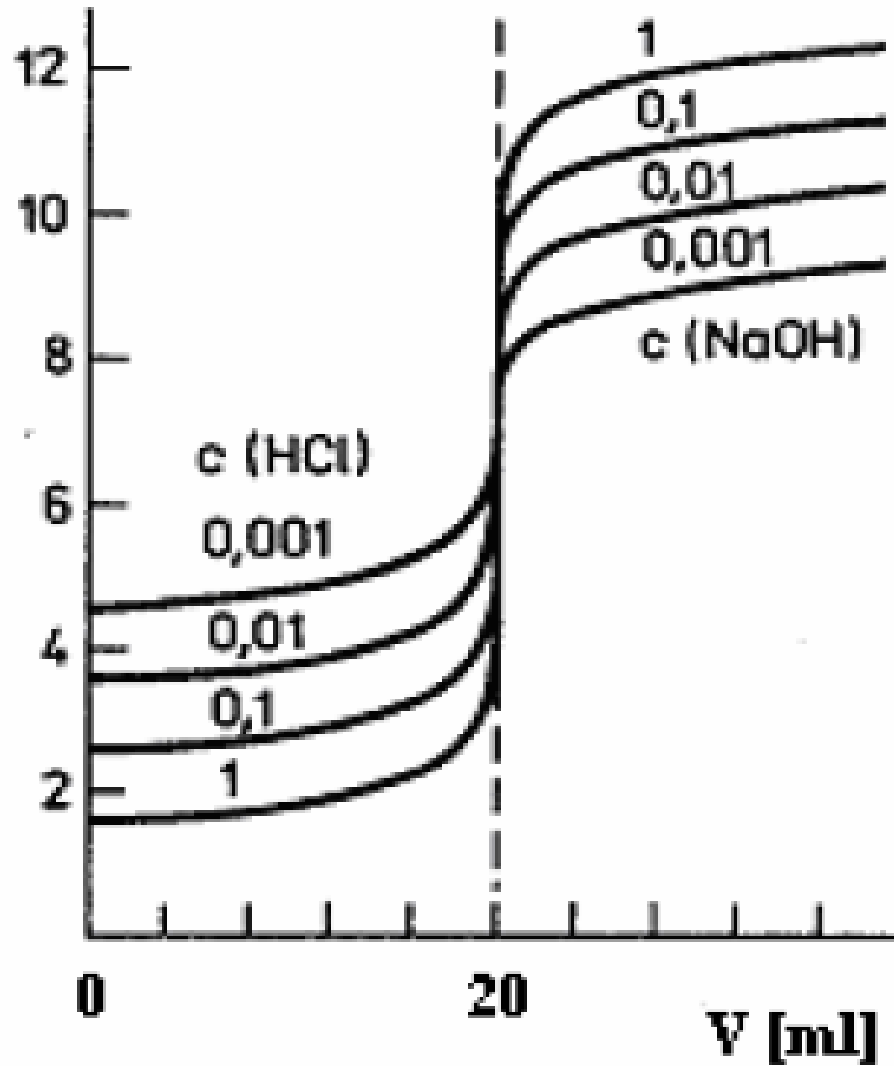
## A. silných kyselín a silných zásad

- ▶ funkčná oblasť : 3-10
- ▶  $B_E$  v  $pH=7$
- ▶ nežiadúca prítomnosť uhličitanov- posun  $B_E$  do nižších hodnôt  $pH$  ( zahrievanie- odstránenie  $CO_2$ )
- ▶ fenoftaleín, metyloranž a metylčerveň, neutrálna červená

Ak slabá kyselina so slabou zásadou  $pH=7$ , neutrálna červená



pH



- ┌─┐ metyloranž
- ┌─┐ metylčerveně
- ┌─┐ brómtymolová modrá
- ┌─┐ fenolftaleín
- ┌─┐ tymolftaleín

**Volba indikátora  
na základe  
koncentrácie  
silných kyselín a  
zásad**

# Výber indikátora

## B. slabých kyselín a zásad

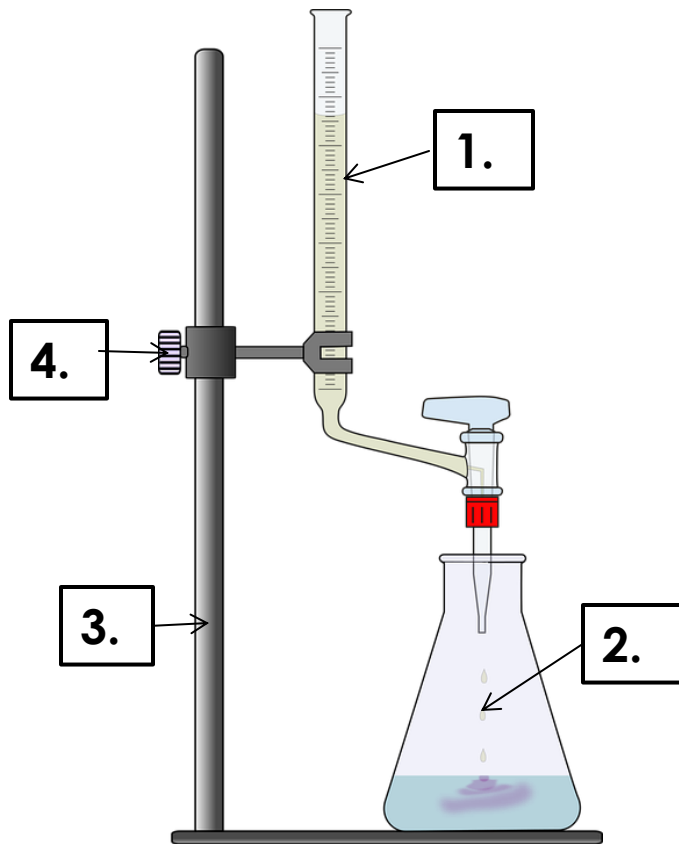
### Stanovenie slabej kyseliny silnou zásadou

- ▶ Vznik soli silnej zásady a slabej kyseliny  
 $B_E > 7$  (zásaditá hydrolýza)
- ▶ Farebný prechod v zásaditej oblasti  
 $\text{pH} = 7,8-10$
- ▶ fenoftaleín, tymolová modrá

### Stanovenie slabej zásady silnou kyselinou

- ▶ Vznik soli silnej kyseliny a slabej zásady  
 $B_E < 7$  (kyslá hydrolýza)
- ▶ Farebný prechod v kyslej oblasti  $\text{pH} = 4-6,2$
- ▶ metyloranž, metylčerveň

# Titračná aparatúra



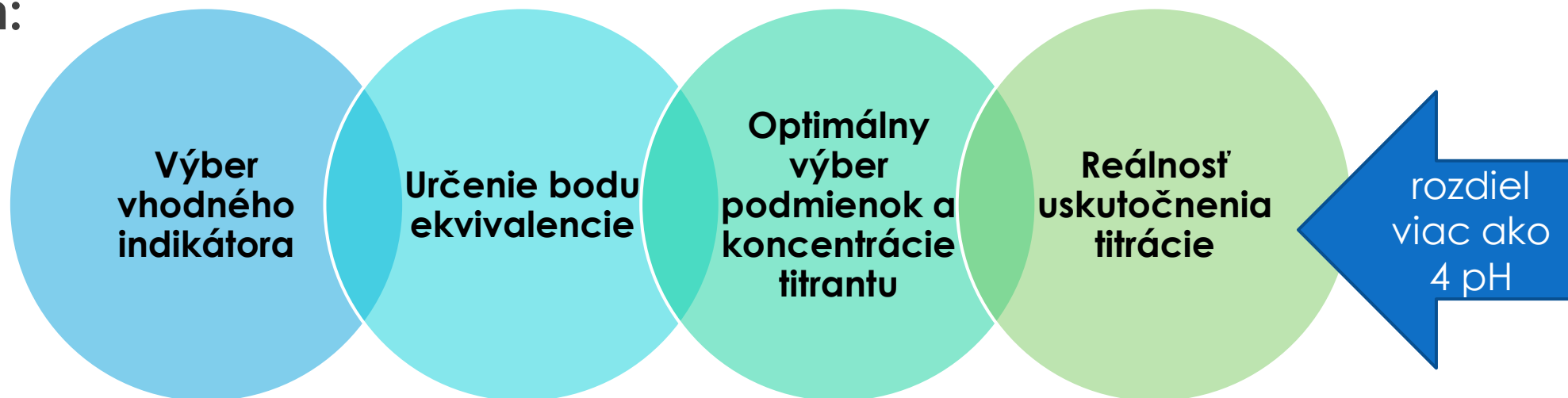
- 1- byreta s odmerným roztokom (so známou koncentráciou)
- 2- titračná banka so stanovovaným roztokom (so známym objemom) s indikátorom
- 3- laboratórny stojan
- 4- svorka s držiakom

# Zásady titrovania

- ▶ **plniť byretu pomocou lievika**
- ▶ **odmerný roztok prikvapkávať po kvapkách** (*aby sme zachytili farebnú zmenu*)
- ▶ **stanovovaný roztok premiešavať krúživým pohybom**
- ▶ **biely papier pod titračnou bankou** (*presnejší postreh farby*)
- ▶ **opakovanie titrácie 4x** (*prvý orientačný, spotreba je aritmetickým priemerom z 3 titrácií*)
- ▶ **použiť čo najmenšie množstvo indikátora** 3kvapky/1ml

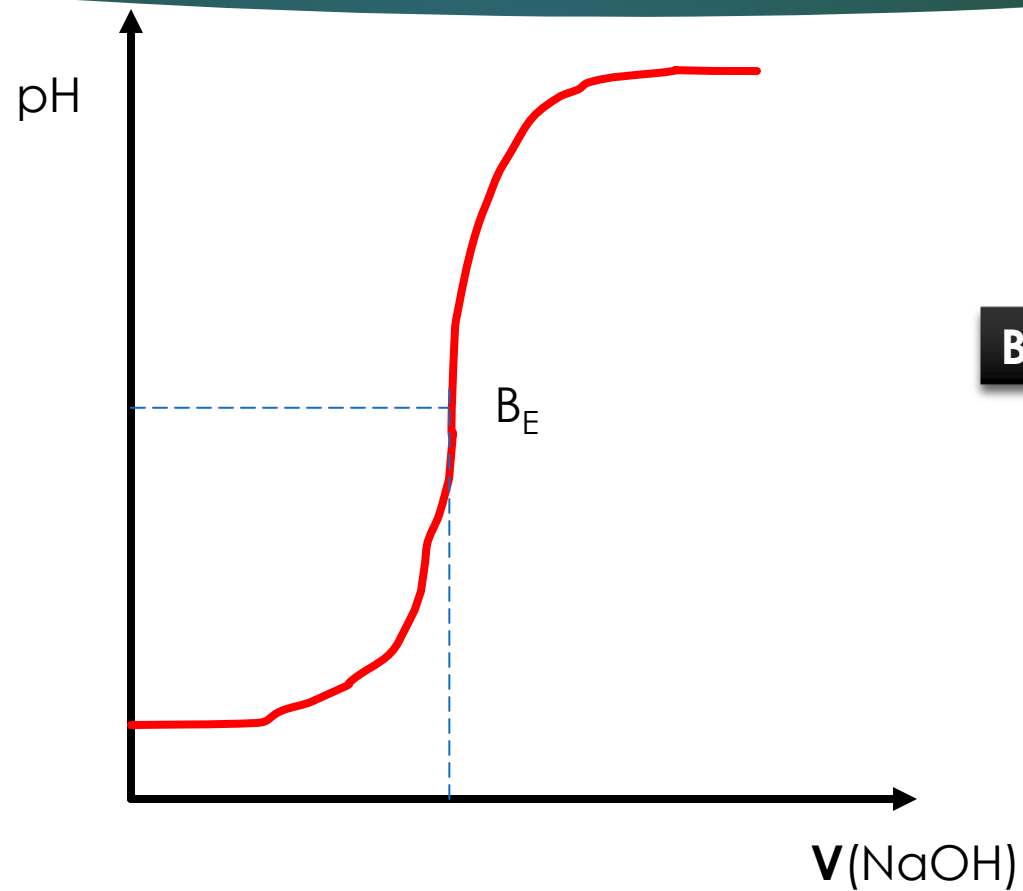
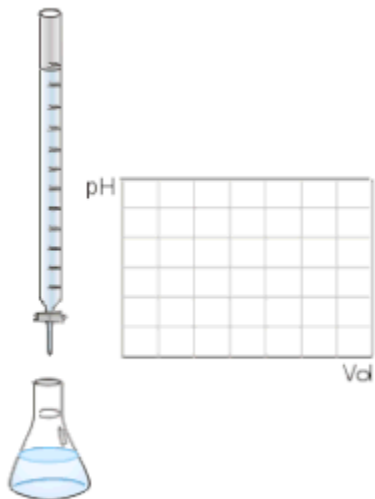
# Titračná krivka

- ▶ Znázornenie zmeny hodnoty pH od objemu (ml) titračného činidla
- ▶ Čím silnejšia kyselina a zásada, tým ostrejšia krivka
- ▶ **Význam:**



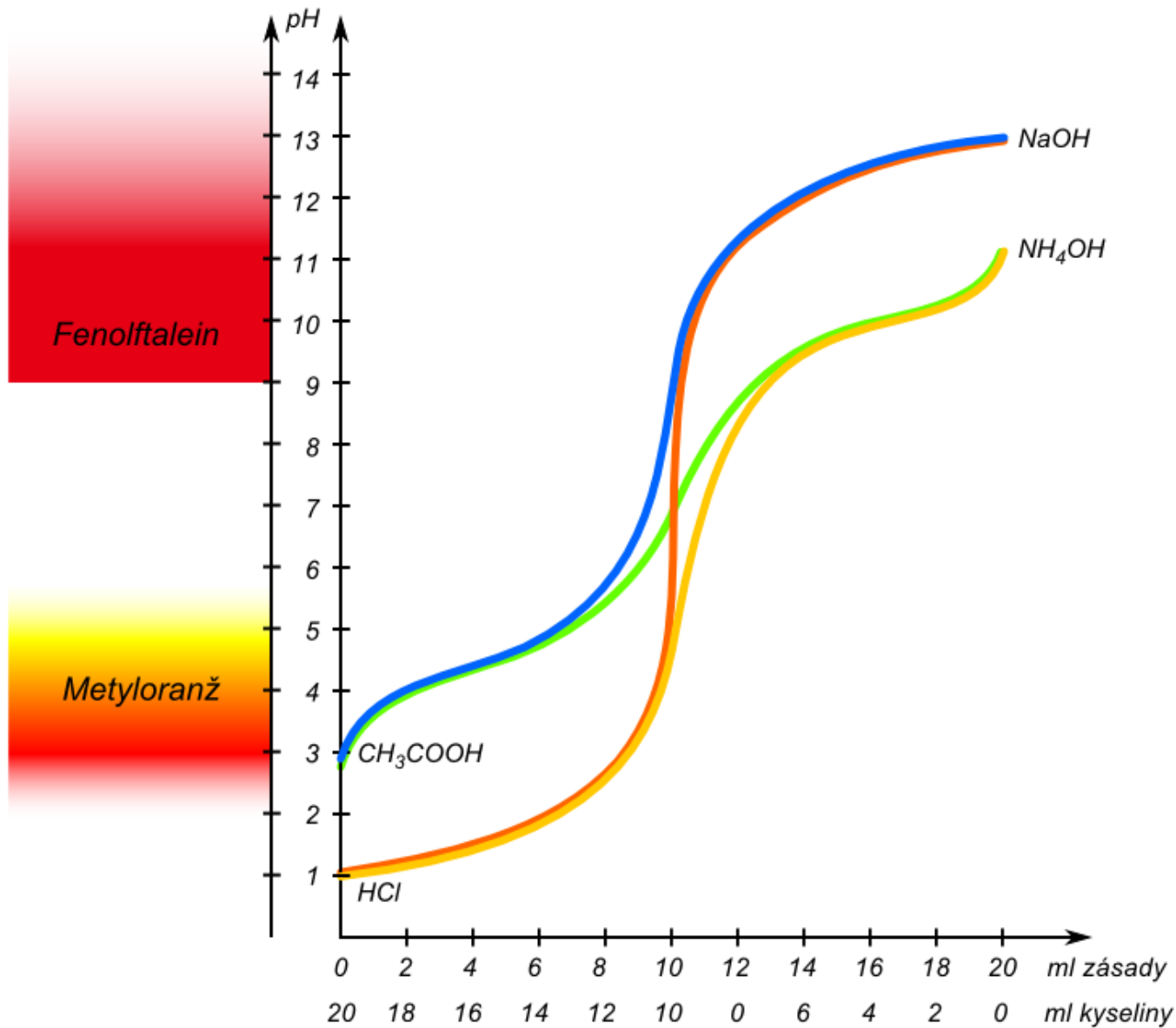
# Titračná krivka

pH stanovovaného roztoku



B<sub>E</sub> - bod ekvivalencie

Spotrebovaný  
objem titračného  
skúmadla



**Titrační křivky**

- $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH}$
- $\text{HCl} + \text{NaOH}$
- $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_4\text{OH}$
- $\text{HCl} + \text{NH}_4\text{OH}$

**Slabá kyselina a silná zásada**

**Silná kyselina a silná zásada**

**Slabá kyselina a slabá zásada**

**Silná kyselina a slabá zásada**

# Výpočet stanovovanej látky



$$\frac{n(A)}{n(B)} = \frac{a}{b}$$

Tf = Titračný  
(prepočítavací) faktor

A- stanovovaná látka (titrand)

B- odmerný roztok (titrant)

$$n(B) = c(B) \cdot V(B) \quad m(A) = n(A) \cdot M(A)$$

# Zdroje

- ▶ <https://chemickaolympiada.sk/wp-content/uploads/2019/11/Kr%C3%A1tky-kurz-odmernej-anal%C3%BDzy.pdf>
- ▶ <https://pixabay.com/sk/vectors/kadi%C4%8Dka-kvapalina-%C4%8D%C3%ADslo-%C4%8D%C3%ADta%C5%A5-1300638/>
- ▶ [https://www.wikiskripta.eu/w/Titra%C4%8Dn%C3%AD\\_k%C5%99ivka](https://www.wikiskripta.eu/w/Titra%C4%8Dn%C3%AD_k%C5%99ivka)
- ▶ <https://forum.matweb.cz/viewtopic.php?id=46699>